

马兰庄铁矿磨矿效率的初步研究

□ 刘作利 吴永军

二段磨矿在选矿流程中起到无法替代的作用，二段磨矿既对筛下量有着直接的影响，又对品位高低起重要的作用。影响二段磨矿效率的因素主要是矿物性质，磨矿浓度，磨矿细度，球磨机容积，球磨机转速，钢球配比，钢球填充率等。为提高磨矿效率，改善磨矿效果提供实际方法数据，达到节能降耗增产的目的。本次考察的唐山首钢马兰庄铁矿选厂磨矿车间的二段球磨钢球配比为自然配比，所以主要针对磨矿浓度，磨矿细度，钢球填充率，球磨机转速之间的关系进行技术研究。

磨矿作业现状分析

磨矿作业是破碎过程的继续，它以破碎产品为给料，把矿石磨碎到选矿所需要的粒度。磨矿产品的质量直接影响选别效果。二段磨矿在选矿流程中起到无法替代的作用，二段磨矿既对筛下量有着直接的影响，又对品位高低起重要的作用，提高二段磨矿效率对于提高选矿技术经济指标，提高矿山综合经济效益是十分重要的。

唐山首钢马兰庄铁矿有限责任公司（以下简称唐首马司）选矿厂的磨选系统采用“半自磨—球磨”工艺流程，球磨流程选用一段、二段磨矿进行粗细分级。本次对唐首马司选矿厂其中二段3台溢流型球磨机进行实验取样，其设计及实际技术参数见表1。

二段磨矿过程中的因素剖析

影响现场磨矿效果的因素有很多，包括磨矿给料性质、磨矿粒度、钢球充填率、钢球尺寸及配比、球磨机转速等，而且这些因素又不是相互独立

的，互相之间都有一定影响，这就需要对现场的选矿流程进行考查分析，综合分析数据，考虑如何提高二段磨矿效率。

（1）磨矿给料性质

一段磨矿性质对二段磨矿的影响最为主要，矿石可磨度决定了磨矿的难易程度，可磨度小则矿石易磨，矿石对磨机、衬板和钢球的磨损也就越小，磨矿所消耗的电能也小；反之，可磨度大，磨损和电耗就大，特别是选别要求细磨时，能耗就更大。一段磨矿性质直接影响了二段磨机的生产率。

（2）磨矿给料粒度

磨机给矿粒度对磨机的磨矿效率影响也很大，通俗来讲，入磨粒度小，则磨机需要对矿石做的功越小；入磨粒度大，则磨机需要对矿石做的功也就越大。而且球磨机内钢球对矿石的破碎是一种随机性的破碎，破碎效率很低，有的研究指出，球磨机的破碎效率仅为6%~9%。可见，入磨粒度大对球磨机的影响很大，要达到最终的磨矿细度，球磨机的工作量势必会加大，随之，球磨机的能耗和电耗也会加大。

（3）磨机参数

磨机转速率和充填率。磨矿机的转速率和充填率存在密切的关系，它们是相互联系又相互制约的。一般，磨机一经制造和安装后，磨机的转速率基本就确定了，轻易不会改变，而且改变转速率的操作比较繁琐，所以在实际生产中选厂一般不必把磨机转速率作为影响磨矿效率的因素进行分析。考虑到转速率和钢球充填率的关系，只需对现场磨机转速率下适宜的钢球充填率进行分析。在球磨机转速和转速率已定的现场，充填率大，则钢球对物料的打

表1 设计技术参数表

编号	规格	有效容积	充填率	转速比	配备电机	功率
4#	MQY2700×3000湿式溢流型球磨机	15	43%	4	TDMK400-32	400 kW
5#	MQY2100×3000湿式溢流型球磨机	9	45%	4	JR137-8	210 kW
6#	MQY2100×4000湿式溢流型球磨机	12	45%	4	JR1410-8	280 kW

击次数多，研磨面积大，磨矿作用强，但所耗电也大，且充填率过高还容易使钢球的运动状态发生改变，可能由抛落状态变为泄落状态，减小了对大颗粒物料的打击效果；反之充填率小，则研磨面积小，磨矿作用弱，但电耗也小。因此现场中，充填率的是否合适对选厂的磨矿效率也有较大影响。

钢球尺寸及配球比。由于球磨机内钢球与矿石为点接触，球径过大，则破碎力也大，导致矿石沿贯穿力方向破碎，而不是沿结合力较弱的不同矿物晶界面破裂，破碎没有选择性，不符合磨矿目的。而且在钢球充填率相同的情况下，球径过大导致钢球过少，破碎概率低，过粉碎现象加剧，产品粒度不均匀。钢球过小，对矿石的破碎作用力小，磨矿效率低，因此精确的钢球尺寸及其配比对磨矿效率影响十分重要。

(4) 补加球制度

由于生产中，钢球与矿石的研磨作用会引起钢球的磨损，导致生产中各尺寸钢球的配比发生变化，影响磨矿过程并造成磨矿产品的细度变化。因此需要在磨矿过程中补加钢球，而补加钢球就是为了保证钢球各尺寸配比的平衡和生产的稳定，因此需要合理的钢球补加制度才能使生产稳定。

(5) 磨矿浓度

磨矿浓度也是影响磨机效率的一个重要因素。磨矿浓度的大小影响矿浆的比重、矿粒在钢球周围的粘着程度和矿浆的流动性。磨矿浓度低，矿浆流动快，物料在钢球周围的粘着程度低，使钢球对物料的冲击和研磨作用弱，排矿粒度不合格，磨矿效率得不到发挥；磨矿浓度高，物料在钢球周围的粘着程度好，钢球对物料的冲击和研磨作用均较好，但矿浆流动慢，易造成物料过粉碎，更不利于提高磨机处理量。不同的选厂因给料粒度和物料性质的差异，最佳磨矿浓度也不同，工业生产中虽然可以随时考查适宜的磨矿浓度值，所得结果也比较切合实际，但所需时间长而且对正常生产有一定的影响，因此确定选厂的最佳磨矿浓度值得分析和探讨。

二段磨矿效率分析

结合我矿实际，对影响二段磨矿过程的因素进行分析，影响二段磨矿过程的因素主要包括磨矿浓度、磨矿细度、钢球填充率、球磨机转速等。下面将结合实际数据对以下四项因素进行重点分析。

唐首马司4#、5#、6#溢流型球磨机6月12日—6月17日给矿浓度、给矿细度、排矿细度数据情况见表2。

(1) 磨矿浓度

磨矿浓度直接影响磨矿时间，磨矿浓度过大，物料流动缓慢，被磨时间加长，容易产生过粉碎。在高浓度的矿浆中粗粒不易下沉，容易随着矿浆流走，出现跑粗现象。磨矿浓度过低，物料流动速度加快，被磨时间短，也出现跑粗现象。同时，密度大的矿粒沉积与矿浆底层，造成过粉碎现象。

唐首马司磨矿车间二段球磨的磨矿浓度是由入磨前的浓缩磁选进行调整，经过多次取样考察（详见表2），浓度控制在70%~80%之间。

(2) 磨矿细度

磨矿细度，是反映二段磨矿效率的众多因素之一，磨矿细度的大小直接影响精矿品位的高低与产品的回收率。提高球磨机的磨矿细度是整过选矿作业的重要环节之一。给矿细度和排矿细度的对比直接反映出球磨机的磨矿效率。

(3) 钢球填充率

当磨矿机的直径、长度及转速率一定时，在钢球填充率率不超过50%的范围内，磨矿机的有用功率随装球率的增加而增大，生产能力亦随之而提高。但不同的转速有不同的极限装球率，在临界转速以内操作时，球磨机的装球率通常为40%~50%。

(4) 球磨机转速

当其他条件不变时，磨矿介质在筒体内的运动状态取决于磨矿机的转速。介质的运动状态不同，磨矿效果也不一样。磨矿机转速较低时，介质以泻落运动为主，冲击作用较小，磨矿作用主要为研磨，磨矿机生产能力较低，适于细磨；转速较高时，介质抛落运动方式所占的比重较大，冲击作用较强，磨矿作用以冲击为主，磨剥次之，有利于粉碎粗粒物料，磨矿机生产能力高。

磨矿过程确实是一个相当复杂的过程，影响磨机效率的因素是多方面的，而且这多方面的因素相互联系、相互影响。磨矿过程常常要结合现场的实际操作经验综合加以考虑，再联系选厂生产实际确定出切实可行的工艺参数，便能达到提高二段磨矿效率的目的。以上是针对我矿磨矿系统的现状，在理论上就影响二段磨矿过程的各因素进行分析，对实际操作具有一定的指导意义。ME